



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 36 595.0
22 Anmeldetag: 13. 10. 94
43 Offenlegungstag: 20. 4. 95

DE 44 36 595 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
13.10.93 US 136575

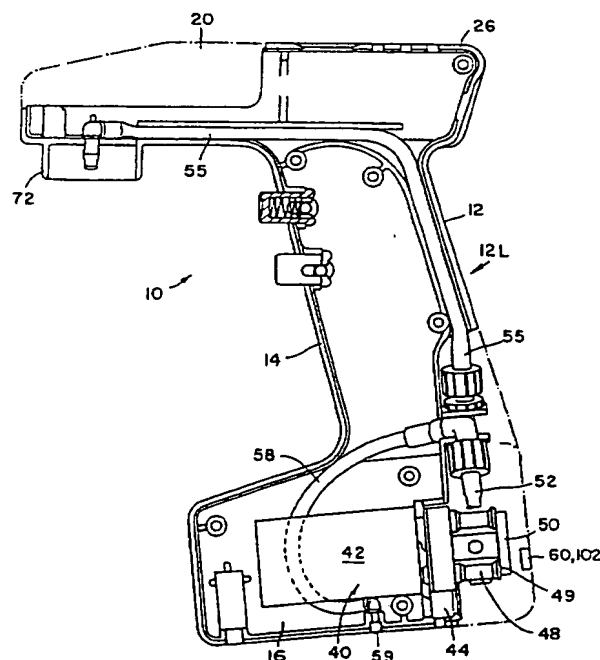
71 Anmelder:
Manostat Corp., New York, N.Y., US

74 Vertreter:
Körner, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80538 München

72 Erfinder:
Gomes, Francis, Jersey City, N.J., US

54 Pipettiergerät mit Speicherfunktion

57 Ein Hand-Pipettiergerät, das mit jeder Standardpipette verwendbar ist, enthält ein Pistolen-artiges Gehäuse mit einem Handgriff und einem Pipettenadapter zum Halten einer Pipette. In dem Gehäuse ist eine Schlauchpumpe angeordnet, die von einem Elektromotor betreibbar ist. Leitungen verbinden die Schlauchpumpe mit dem Pipettenadapter und der Umgebungsatmosphäre. Mittels einer Steuereinrichtung ist der Elektromotor wahlweise in unterschiedlichen Richtungen antreibbar. Zwischen dem Pipettenadapter und der Schlauchpumpe befindet sich eine luftdurchlässige Membran, die ein Eintreten pipettierter Flüssigkeit in den Pumpenschlauch verhindert.



DE 44 36 595 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein motorisiertes und automatisiertes Pipettiergerät und auf elektronisch gesteuerte Vorrichtungen, die eine Speicherefähigkeit aufweisen, zum Ansaugen und/oder Abgeben einer vorbestimmten Menge oder Mengen von Flüssigkeit. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein pistolenartiges Pipettiergerät, das programmierbar ist, um automatisch gleichmäßige Flüssigkeitsmengen abzugeben oder aufzusaugen.

Der einschlägige Stand der Technik, auf den hier Bezug genommen wird, ist in den US-PS 3 963 061, 4 475 666, 5 090 255, 4 967 606, 4 448 752 und 4 896 270 beschrieben.

Motorisch angetriebene und/oder automatische Pipettiergeräte bekannter Art verwendeten und verwenden pistolenartige Pumpen zur Erzeugung eines Saugeffektes oder eines Drucks zum Fördern von Flüssigkeiten. Diese Pumpenarten sind für die vorgegebenen Aufgaben zwar im allgemeinen geeignet, haben jedoch verschiedene Nachteile. An erster Stelle seien die konstruktiven Anforderungen an einen Kolben-Zylinder-Mechanismus genannt, der enge Toleranzen, gute Dichtungen, Ventile, Ventilsitze und Mechanismen zum Betätigen der Ventile und Übertragungseinrichtungen zum Kuppeln eines Elektromotors mit dem Kolben haben muß. Diese Konstruktion erhöht unweigerlich die Herstellungs- und Montagekosten der zahlreichen Präzisionsteile und die Wartungs- und Ersatzkosten von Teilen bei Abnutzung. Der zweite Nachteil ist die Schwierigkeit oder häufig Unmöglichkeit, Teile zu reinigen, die von den gepumpten Flüssigkeiten verschmutzt oder kontaminiert worden sind. Wo eine Reinigung noch möglich ist, sind Zeit und Kosten jedoch ein wesentlicher Nachteil. Ein weiterer Nachteil ist der Lärm und/oder die Vibration, die manche Hochgeschwindigkeitspumpen hervorrufen.

Wie bereits zuvor angegeben, stellen die bekannten und gegenwärtig im Einsatz befindlichen automatischen Pipettiergeräte eine so wesentliche Verbesserung gegenüber manueller Pipettierung dar, daß Benutzer und Hersteller die elektromotorisch angetriebene Kolben-Zylinder-Pumpe als Standardvorrichtung in großem Umfang akzeptiert und die Anstrengungen zur Weiterentwicklung auf andere Aspekte des Betriebes gerichtet haben, wie beispielsweise auf elektronische Steuerungen, bessere oder andere Motoren, Ventile für die Pumpen und Materialien.

Für andere Funktionen gibt es andere Pumpenarten, die dort, nicht aber bei Hand-Pipettiergeräten im Einsatz sind, was augenscheinlich verschiedene Gründe hat. Beispielsweise ist ein peristaltischer Pumpentyp (Schlauchpumpe) bei automatischen Hand-Pipettiergeräten nicht eingesetzt worden, weil zum einen die im wesentlichen universellen Kolben-Zylinder-Pumpen eine bekannte und zuverlässige sowie anerkannte Einheit sind, und zum anderen weil Schlauchpumpen traditionell entweder für kontinuierlichen Durchfluß oder für Flüssigkeiten oder für beides und dann nur in stationären Geräten eingesetzt werden.

Jeder der Nachteile der traditionellen und gegenwärtig im Einsatz befindlichen automatischen Pipettiergeräte mit Kolben-Zylinder-Pumpen der oben beschriebenen Art ist dadurch beiseitegetan worden, daß man entweder das Problem akzeptiert hat oder kompliziertere und teurere Ventile, Motoren und zugehörige Steuereinrichtungen verwendet hat oder im Falle eines kontami-

nierten Gerätes dieses einfach weggeworfen hat.

Die vorliegende Erfindung verwendet eine neue Kombination von Komponenten und schafft eine Verbesserung in allen unten beschriebenen Bereichen.

Die Erfindung ist in verschiedenen Ausführungsarten in den Ansprüchen 1, 7 und 22 beschrieben. Vorteilhafte Ausführungen davon sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

Das neue Pipettiergerät hat weniger Teile, hat weniger teure Teile, die Teile sind einfach und preiswert zu reinigen oder ersetzbar, und sie sind hoch zuverlässig. Das Pipettiergerät ist auf einfache Weise mit einer elektronischen Schaltung verbunden, um hohe Genauigkeit einer automatisch wiederholbaren Ansaugung oder Abgabe zu erzielen. Durch Verwendung einer peristaltischen Pumpe, d. h. einer Schlauchpumpe, in Kombination mit dem Drehausgang eines Elektromotors und einer optischen Abtastvorrichtung zum Messen der Drehung des Pumpenrotors und/oder des Motorrotors wird eine hohe Genauigkeit und zuverlässige Wiederholbarkeit bei einem Bruchteil der Kosten früherer Geräte erreicht.

Das neue, automatische Hand-Pipettiergerät ist mit jeder Standard-Glas- oder -Plastikpipette zum Ansaugen und/oder Abgeben einer vorbestimmten Flüssigkeitsmenge betriebsfähig. Das Gerät umfaßt ein Gehäuse, von dem ein Teil einen Handgriff ausbildet und in dem eine Schlauchpumpe angeordnet und befestigt ist, die von einem Elektromotor angetrieben wird. Die Pumpenleitung erstreckt sich zu einem Mündungsteil des Geräts, der mit einer Pipette verbindbar ist. Zum Betätigen des Motors und der Pumpe, damit die Motordrehung eine entsprechend genaue Flüssigkeitsmenge durch den Auslaß der angeschlossenen Pipette anzusaugen oder abzugeben verursacht, sind Steuereinrichtungen vorgesehen. Die Drehung des Rotorteils des Motors oder des Rotorteils der Schlauchpumpe wird von einem optischen Sensor erfaßt, gemessen und im Speicher des Geräts gespeichert.

Im Betrieb kann dieses Pipettiergerät veranlaßt werden, eine exakte Flüssigkeitsmenge anzusaugen oder aufzunehmen, wobei die Größe dieser Menge im Speicher gespeichert wird. Nach dem Abgeben dieser Flüssigkeitsmenge kann das Gerät nachfolgend zur automatischen Ansaugung exakt identischer Mengen eingesetzt werden, indem das Gerät lediglich angewiesen wird, den Befehl aus dem Speicher zu wiederholen, und der Speicher veranlaßt wird, den Motor um ein geeignetes Maß drehen zu lassen, bis die entsprechende Flüssigkeitsmenge jeweils angesaugt und nachfolgend abgegeben worden ist.

Augenscheinlich kann der optische Sensor dazu verwendet werden, die Pumpendrehung zu ermitteln, wenn die Pumpe in Gegenrichtung läuft, um Flüssigkeit abzugeben, und er kann somit eine exakte, abgegebene Flüssigkeitsmenge ermitteln und bestimmen und kann diesen Wert im Speicher speichern. Anschließend kann das Gerät so betrieben werden, daß es aufeinanderfolgend exakt gleiche Mengen wie die erste Menge abgibt, indem einfach ein eingebauter Rechner veranlaßt wird, den Motor in der entgegengesetzten Wirkungsrichtung zu betreiben, um eine Abgabe der Flüssigkeit in geeigneter Menge hervorzurufen.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine teilweise weggeschnittene Seitenansicht des Gehäuses und der Komponenten des neuen Geräts;

Fig. 2 eine teilweise weggeschnittene rückseitige An-

sicht, die Komponenten der Schlauchpumpe zeigt;

Fig. 3 eine Seitenansicht ähnlich Fig. 1, die jedoch zusätzlich den Pipettenadapter zeigt;

Fig. 4 eine teilweise weggeschnittene Draufsicht, die den Batteriepack zeigt;

Fig. 5 eine Schemazeichnung der Fluidströmungs- und Grundsteuerungseinrichtungen;

Fig. 6 ein Flußdiagramm der Betriebsarten des Gerätes;

Fig. 7 die Steuerschaltung des Geräts;

Fig. 8 eine Seitenteildarstellung des Pumpenrotors, und

Fig. 9 eine stirnseitige Darstellung des Pumpenrotors von Fig. 8.

Das neue Gerät 10 hat als Hauptbestandteile ein Gehäuse 12, einen Batteriepack 24, ein Anzeigefeld 26, eine Motor-Pumpen-Anordnung 40, eine Einlaßleitung 55, eine Pipettenadaptermanschette 76, einen Mikrosteuerer 100 und einen Optokoppler 102.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen das neue Gerät 10, das ein Gehäuse 12 aus linken und rechten Gehäuseschalen 12L und 12R aufweist. Die rechte Gehäuseschale ist in Fig. 2 nicht gezeigt, weil sie weggeschnitten ist. Fig. 2 zeigt die linke Gehäuseschale 12L teilweise und die rechte Gehäuseschale 12R vollständig gestrichelt. Die linken und rechten Gehäuseschalen bilden zusammen das Gehäuse 12, von dem ein Mittenabschnitt einen Handgriff 14 bildet, der in den Fig. 1 und 3 erkennbar ist. Das Gehäuse bildet ferner eine Pumpenkammer 16 am unteren Ende mit einem Pumpendeckel 18 an der Rückseite des Gehäuses gemäß Fig. 3 aus. Weiterhin ist in dem Gehäuse eine Batteriekammer 20 mit einem Batterieabdeckteil 22 im oberen Bereich ausgebildet, und in der Kammer 20 befindet sich ein Batteriepack 24.

Hinter dem Batterieabdeckteil befindet sich ein Anzeigefeld 26 mit einer Reihe von Indikatoren LED1, LED2 und LED3, die den Betriebszustand des Gerätes anzeigen. Dicht vor LED1 befindet sich das Stellrad eines Potentiometers 27, dessen Funktion später beschrieben wird. An der Innenseitenfläche des Handgriffs 14 sind zwei Auslöser 28 und 29 angebracht, deren Funktion ebenfalls später beschrieben wird.

Innerhalb der Pumpenkammer 16 ist eine Motor-Pumpen-Anordnung 40 untergebracht, wie in den Fig. 1 und 2 zu erkennen ist, die einen Gleichstrommotor 42, Befestigungseinrichtungen 44 für den Motor, eine zentrale Antriebswelle (nicht dargestellt) des Motors, einen von der Antriebswelle gedrehten Pumpenrotor 46 und eine von dem Rotor getragene Serie von vier Walzen 48 umfaßt, wobei jede Walze auf einer eigenen Welle 49 gelagert ist, die in Stirnplatten 50 enden. Der Rotor trägt ferner gewisse optische Markierungen, die später beschrieben werden und zum Zusammenwirken mit einem optischen Sensor 60 eines Optokopplers 102 bestimmt sind, wie in den Fig. 3, 8 und 9 dargestellt, was ebenfalls später erläutert wird.

Die Schlauchpumpe der Motor-Pumpen-Anordnung umfaßt den Hauptpumpschlauch 52, der in den Fig. 1 und 2 erkennbar ist. Der Schlauch 52 läuft als Schleife um die vier Walzen 48 und endet in Kupplungselementen 53 und 54, die die Enden des Schlauches 52 sicher festlegen. Von der Kupplung 54 erstreckt sich eine Einlaßleitung 55 zum Pipettenadapter 70; von der Kupplung 53 erstreckt sich eine Be- und Entlüftungsleitung 58 zu einer Öffnung 59 im Gehäuse (Fig. 1), die mit der Atmosphäre in Verbindung ist.

Das Gehäuse 12 hat einen sich nach unten erstreckenden kreisförmigen Kragen 72, der ein Außengewinde

aufweist. Ein im wesentlichen drehsymmetrisches Adaptergehäuse 74 mit Innengewinde an seinem oberen Ende ist auf den Kragen 72 lösbar aufgeschraubt. Innerhalb dieses Adaptergehäuses 74 befindet sich eine flexible und nachgiebige Pipettenadaptermanschette 76, die das obere Ende einer Pipette lösbar aufnehmen und fest greifen kann, wenn es in die Manschette eingesetzt ist und dort über einen Nippel 78 geschoben ist, der sich von einem hydrophoben Filter 80 nach unten erstreckt. Unmittelbar oberhalb des Filter 80 befindet sich eine Filterdichtung 82, die mit einem Fitting 84 am Ende der Einlaßleitung 55 gekuppelt ist. Die Pumpe 40 steht somit über dem Pumpschlauch 52, die Einlaßleitung 54, das Fitting 84, die Filterdichtung 82, den Filter 80, den Nippel 78 und die Manschette 72 mit einer Pipette in Verbindung. Das Adaptergehäuse 74 kann leicht vom Gehäusekragen 72 abgeschraubt werden, um Pipettenmanschette 76, Filter 80 oder Dichtung 82 für Reinigung oder Ersatz zugänglich zu machen.

Der elektrische, mechanische und Fluidströmungsbetrieb wird unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm von Fig. 6, die Schaltung von Fig. 7 und eine Betriebsanleitung am Ende dieser Beschreibung erläutert. Die für das Gerät nach der vorliegenden Erfindung verwendete, in Fig. 7 dargestellte Schaltung enthält einen Mikrosteuerer 100. Dieser kann z. B. vom Typ MC68HC705J2 sein und enthält einen ROM, in dem ein Programm zum Steuern des Betriebs des erfindungsgemäßen Geräts gespeichert ist.

Der Motor 44 ist ein reversibler Gleichstrommotor, dessen Anschlüsse mit gesonderten Schaltarmen der Ansaug- und Abgabeschalter S1, S2 verbunden sind. Im ungedrückten Zustand dieser Schalter sind beide Schaltarme mit dem Kollektor des Schalttransistors Q1 verbunden. Der leitfähige Zustand dieses Transistors wird durch den Logikpegel am Anschluß PB4 des Mikrosteuerers über den Transistor Q4 gesteuert. Wenn der Transistor Q1 in den Leitfähigkeitszustand gesteuert ist und einer der beiden Schalter S1 und S2 geschlossen wird, dann wird dem Motor ein Betriebsstrom zugeführt. Die Schalter S1 und S2 werden nur alternativ in ihrer Betriebsstellung mit V_{cc} verbunden, so daß dem Motor stets nur von einem dieser Schalter Strom zugeführt werden kann, der in der einen Richtung fließt, wenn der Schalter S1 geschlossen ist, und in der anderen Richtung fließt, wenn der Schalter S2 geschlossen ist, um es zu ermöglichen, die Motorwelle in der einen oder anderen Richtung anzutreiben. Da der Mikrosteuerer 100 die Leitfähigkeit des Schalttransistors Q1 beeinflussen kann, ist er in der Lage, eine Motordrehung zu verhindern, indem er den Schalttransistor Q1 in den Sperrzustand versetzt.

Der Pumpenrotor mit den Scheiben 101, der in den Fig. 1, 7, 8 und 9 dargestellt ist, wird von der Welle des Motors 44 in Drehung versetzt. Eine der Scheiben 101 ist mit mehreren sich radial erstreckenden Streifen versehen, die gleichmäßig um ihre Oberfläche verteilt sind, um in regelmäßiger Winkelverteilung angeordnete Schwarz/Weiß-Übergänge zu schaffen. Ein Optokoppler 102, wie in Fig. 7 gezeigt, besteht aus einer LED 103, die Licht auf Scheibe 101 richtet, und einem Fototransistor 104, der so angeordnet ist, daß er das von der Scheibe 101 reflektierte Licht der LED 103 aufnimmt. Als Folge davon gibt der Fototransistor einen Impuls für jeden Schwarz/Weiß-Übergang der Winkeldrehung der Scheibe 101 und daher der Motorwelle ab. Diese Impulse werden dem Anschluß PA4 des Mikrosteuerers über einen Verstärker 105 zugeführt. Der Mikrosteuerer

kann mit der LED 103 so verbunden sein, daß er sie über den Anschluß PB3 und den Transistor Q2 erregt, um die LED in Betriebspausen abschalten zu können, während der die Spannungspegel im System so eingestellt werden, daß der Stromverbrauch minimiert wird, so daß der Mikrosteuerer nur auf Signale anspricht, die seinem Unterbrechungsanschluß IRQ zugeführt werden.

Immer wenn der Mikrosteuerer ermittelt, daß der Motor während längerer, vorbestimmter Zeit nicht in Drehung versetzt worden ist, weil keiner der beiden Schalter S1 und S2 gedrückt worden ist, versetzt er das Gerät in den Wartezustand. Wenn nämlich keiner der Schalter S1 und S2 gedrückt wird, dann wird dem Anschluß PA4 kein Drehzahlimpuls zugeführt, und das Programm des Mikrosteuerers erkennt dieses als ein Fehlen einer Schalterbetätigung. Die vorbestimmte Zeit kann beispielsweise 15 min. sein. Im Wartezustand werden alle Ausgänge des Mikrosteuerers auf Pegel gesetzt, bei denen die Schaltung einen minimalen Stromverbrauch hat, und der Mikrosteuerer spricht nur auf einen Unterbrechungsbefehl an, der seinem IRQ-Anschluß zugeführt wird.

Der Schaltarm des Schalters S1 ist außerdem mit dem invertierenden Eingang eines Operationsverstärkers 106 verbunden, dessen Ausgang mit dem IRQ-Anschluß und dem Anschluß PA2 des Mikrosteuerers verbunden ist.

Im Wartezustand des Mikrosteuerers setzt das Ausgangssignal am Anschluß PB4 den Transistor Q1 in seinen Sperrzustand. In einem solchen Zustand führt das Drücken des Ansaugschalters S1 zur Zuführung eines hohen Logiksignalpegels zum Operationsverstärker 106, worauf dieser ein Logiksignal niedrigen Pegels an den Unterbrechungsanschluß des Mikrosteuerers führt. Vergleichbar legt das Drücken des Schalters S2 einen hohen Logiksignalpegel an den Eingang des Operationsverstärkers 106 aufgrund des Stromflusses durch den Motor 44, weil der Widerstand des Motors geringer als der niedrigere Widerstand des Spannungsteilers 107 ist, der mit dem invertierenden Anschluß des Operationsverstärkers 106 verbunden ist. Folglich führt das Drücken einer der Schalter S1 und S2 zur Zuführung eines niedrigen Logiksignalpegels zum IRQ-Anschluß. Dieser niedrige Signalpegel ruft eine Unterbrechungs-Subroutine hervor, die den Mikrosteuerer in seinen Betriebs- oder Bereitschaftszustand rückversetzt.

Wenn der Mikrosteuerer in einen Betriebs- oder Bereitschaftszustand rückversetzt worden ist, bringt der Ausgang des Anschlusses PB4 den Transistor Q1 in seinen Leitfähigkeitszustand. Dementsprechend gelangt nun die dem Operationsverstärker 106 zugeführte Spannung auf hohem Logikpegel, wenn der Schalter, der die Unterbrechungsroutine hervorgerufen hat, der Ansaugschalter S1 war. Der Schaltarm des Schalters S1 befindet sich im wesentlichen auf Massepotential, wenn er nicht gedrückt ist; der Ausgang des Operationsverstärkers ist jedoch auf logisch niedrigem Pegel, wenn der Schalter, der die Unterbrechungsroutine hervorgerufen hat, der Abgabeschalter S2 war. Diese Logikpegel, die dem Anschluß PA2 zugeführt werden, ermöglichen es somit dem Programm des Mikrosteuerers zu ermitteln, ob der Motor 44 in einer Richtung läuft, die Flüssigkeit zum Fitting 84 fördert oder davon wegfördert.

Der Optokoppler 102 liefert Impulse an den Anschluß PA4 des Mikrosteuerers bei Ermittlung jedes Durchgangs eines Schwarz/Weiß-Übergangs an der Scheibe 101, d. h. für jede Winkelverstellung der Motorwelle. Das Programm des Mikrosteuerers zählt diese Impulse,

wodurch die Speicherung eines Wertes möglich wird, der der Winkelverstellung der Motorwelle entspricht. Man sieht, daß wenn die Drehrichtung des Motors umgekehrt wird, indem der andere der beiden Schalter S1 und S2 gedrückt wird, die resultierende Zählung während der Zeit des Drückens dieses anderen Schalters von dem zuvor gespeicherten Zählergebnis subtrahiert wird, während wenn derselbe Schalter erneut gedrückt wird, eine weitere Zählung zu dem gespeicherten Wert hinzuaddiert wird. Dementsprechend kann in den Speicher des Mikrosteuerers kontinuierlich ein Wert eingespeichert werden, der der gewünschten Menge Flüssigkeit entspricht, die von der Bedienperson visuell bestimmt worden ist.

Um eine Steuerung der Motordrehzahl zu ermöglichen, sind die Endanschlüsse des Potentiometers 27 zwischen V_{cc} und Masse geschaltet, und der Schleifer des Potentiometers ist mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 110 verbunden, der als Komparator dient. Eine in Serie geschaltete RC-Zeitkonstantenschaltung ist zwischen V_{cc} und Masse geschaltet, wobei der Verbindungspunkt von Widerstand und Kondensator mit dem nicht-invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 110 verbunden ist. Ein Signalausgang vom Anschluß PB5 des Mikrosteuerers 100 ist über einen Transistor Q3 ebenfalls mit dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers verbunden. Der Ausgang des Operationsverstärkers 110 ist dem Anschluß PA6 des Mikrosteuerers zugeführt. In dieser Schaltung entspricht die Stellung des Schleifers des Potentiometers 27 der gewünschten Motordrehzahl. Um diese Drehzahl zu bestimmen, führt der Mikrosteuerer dem Transistor Q3 einen Impuls zu, um den Ladekondensator der Zeitkonstantenschaltung 111 kurzzuschließen und dadurch den nicht-invertierenden Anschluß des Operationsverstärkers auf niedrigen Pegel zu bringen. Im Anschluß an diesen Impuls lädt sich die Zeitkonstantenschaltung auf, wodurch die Spannung am nicht-invertierenden Eingang des Operationsverstärkers ansteigt. Wenn diese Spannung jene am invertierenden Eingang erreicht, wird der resultierende Signalübergang am Ausgang des Operationsverstärkers dem Mikrosteuerer zugeführt. Die Zeit, die zwischen der Abgabe eines Impulses vom Anschluß PB5 und dem Empfang des Übergangs am Anschluß PA6 verstreicht, ist proportional der gewünschten Drehzahl des Motors 44. Das Programm des Mikrosteuerers steuert die Ausgabe von Treiberimpulsen zum Motor über den Anschluß PB4 mit einer Rate, die der oben erwähnten Zeitdauer zwischen der Impulsabgabe am Anschluß PB5 und der Zuführung eines Signalübergangs zum Anschluß PA6 entspricht. Dementsprechend wird die Drehzahl des Motors vom Potentiometer 27 unabhängig von anderen Betriebsfunktionen der Vorrichtung gesteuert.

Wie oben diskutiert, hat der Schalter S3 eine Handstellung, eine Speichereinstellstellung und eine Speicherbetriebsstellung. In der Schaltung von Fig. 7 ist der Speichereinstellkontakt des Schalters S3 mit dem Anschluß PA0 des Mikrosteuerers verbunden, und der Handkontakt dieses Schalters ist mit dem Anschluß PA1 des Mikrosteuerers verbunden. In der Handstellung des Schalters sind die Schalter S1 und S2 unter manueller Steuerung betriebsfähig, um es der Bedienperson zu ermöglichen, das Volumen der durch die Pumpe strömenden Luft direkt zu beeinflussen unabhängig der Zeitdauer, die der Schalter S1, S2 gedrückt wird, und von der Drehzahl des Motors, die durch das Potentiometer 27 eingestellt worden ist.

Wenn der Schalter S3 auf Speichereinstellung gestellt ist, spricht der Mikrosteuerer entsprechend an, um die Anzahl von Zählungen, die seinem Anschluß PA4 zugeführt sind, zwischenspeichern. Diese Zählung entspricht der Winkelverstellung der Motorwelle während der Zeit, für die der Schalter auf Speichereinstellung gestellt worden ist. Die zwischengespeicherte Zählung wird für eine Drehrichtung der Welle erhöht und für die entgegengesetzte Drehrichtung vermindert in Abhängigkeit von der Betätigung der Schalter S1 und S2. Wenn der Schalter S3 auf Speicherbetrieb im Anschluß an die Zwischenspeicherung einer Zählung in der Speichereinstellung gestellt wird, dann wird die zwischengespeicherte Zählung im nicht-flüchtigen Speicher gespeichert, obgleich der Schalter S3 in die Handstellung bewegt worden ist, bevor er in die Speicherbetriebsstellung gebracht worden ist. Die gespeicherte Zählung entspricht einer Flüssigkeitsaufnahme oder Flüssigkeitsabgabe oder Speicherung, je nachdem, welcher der Schalter S1 und S2 im Anschluß an die erstmalige Einstellung des Schalters S3 in die Speichereinstellung erstmals gedrückt worden ist.

Wenn der Schalter S3 sich in der Speicherbetriebsstellung befindet und die gespeicherte Zählung der Flüssigkeitsaufnahme entspricht, dann führt eine Betätigung des Schalters S1 zur Aufnahme einer Flüssigkeitsmenge, die der gespeicherten Zählung entspricht. Wenn der Schalter S2 zu diesem Zeitpunkt betätigt wird, kann die Pipette geleert werden, wobei die Entleerungsmenge nicht notwendigerweise dem gespeicherten Zählwert entspricht. Wenn der Schalter sich in der Speicherbetriebsstellung befindet und der gespeicherte Zählwert der Flüssigkeitsabgabe entspricht, dann führt in gleicher Weise die Betätigung des Schalters S2 zur Abgabe einer Flüssigkeitsmenge, die der gespeicherten Zählung entspricht, und die Betätigung des Schalters S1 bewirkt das Laden der Pipette in einem Umfang, der nicht notwendigerweise dem gespeicherten Zählwert entspricht.

Um den Betrieb des Gerätes zu vereinfachen, sind drei LEDs mit gesonderten Anschlüssen des Mikrosteuerers verbunden. LED1 entspricht der Aufnahme von Flüssigkeit, LED2 entspricht der Abgabe von Flüssigkeit und LED3 entspricht einem Batterieentladezustand. Wenn der Schalter S3 sich in der Handstellung befindet, sind LED1 und LED2 so angesteuert, daß sie abwechselnd blinken, bis entweder der Schalter S1 oder der Schalter S2 gedrückt wird, in welchem Falle nur eine dieser LEDs, die dem gedrückten Schalter entspricht, leuchtet. In gleicher Weise sind LED1 und LED2 so angesteuert, daß sie alternierend blinken, wenn der Schalter S3 anfänglich in die Speichereinstellung gestellt ist, und wenn dann einer der Schalter S1 und S2 gedrückt wird, leuchtet nur jene LED, die dem zuerst gedrückten Schalter S1 bzw. S2 entspricht, weiter, um der Bedienperson anzuzeigen, ob der eingestellt Zählwert der Aufnahme oder Abgabe von Flüssigkeit entspricht.

Wenn der Schalter S3 in die Speicherbetriebsstellung gestellt ist, leuchtet nur jene LED, die den Aufnahme- oder Abgabezuständen des gespeicherten Zählwertes entspricht.

Die in Fig. 7 dargestellte Schaltung enthält weiterhin eine Batterieüberwachungsschaltung 105, die mit dem Anschluß PA3 verbunden ist und den Entladezustand der Batterie prüft. Wenn der Mikrosteuerer an diesem Anschluß ein Signal empfängt, steuert er die LED3 an, die den niedrigen Ladezustand der Batterie anzeigt.

In der Schaltung von Fig. 7 können die Operations-

verstärker vom Typ LP339N sein. Geeignete Komponenten für die Transistoren sind in der Zeichnung angegeben.

Wenn im Betrieb der Schaltung die Flüssigkeit ohne automatische Steuerung ihres Volumens aufzunehmen oder abzugeben ist, wird der Schalter S3 in die Handstellung gestellt, und die Schalter S1 und S2 werden je nach Wunsch betätigt, um Flüssigkeit aufzunehmen oder abzugeben.

Wenn das Gerät kalibriert werden soll, um automatisch ein vorbestimmtes Flüssigkeitsvolumen aufzunehmen oder abzugeben, wird der Schalter S3 in die Speichereinstellung gebracht. Wenn das bestimmte Volumen aufzunehmen ist, dann wird der Schalter S1 gedrückt, bis das Gerät das gewünschte Volumen aufgenommen hat, und wenn das Volumen einem abzugebenden Volumen entsprechen soll, wird der Schalter S2 gedrückt, bis die gewünschte Menge abgegeben ist. Wenn bei diesem Vorgang gewünscht wird, das kalibrierte aufzunehmende oder abzugebende Volumen in Abhängigkeit vom Betätigen der Schalter S1 und S2 einzustellen, kann der jeweilige Schalter anschließend betätigt werden, um das Volumen zu steigern oder zu vermindern. Das gewünschte Volumen kann optisch bestimmt werden, d. h. in Abhängigkeit davon, daß die Bedienperson visuell ermittelt, daß das richtige Volumen aufgenommen oder abgegeben worden ist.

Um den Wert des Volumens zu speichern, das in der Speichereinstellung des Schalters S3 erreicht worden ist, wird der Schalter S3 nun in die Speicherbetriebsstellung versetzt. Wenn der gespeicherte Wert einem aufzunehmenden Volumen entspricht, führt das Drücken des Schalters S1 automatisch dazu, daß das Gerät jenes Volumen aufnimmt. In diesem Falle führt das Drücken des Schalters S2 zur Abgabe von Flüssigkeit ohne Rücksicht auf die gespeicherte Volumengröße. Wenn andererseits das gespeicherte Volumen einem abzugebenden Volumen entspricht, führt das Drücken des Schalters S2 automatisch dazu, daß das Gerät ein Flüssigkeitsvolumen abgibt, das dem gespeicherten Wert entspricht, während ein Drücken des Schalters S2 in diesem Falle dazu führt, daß das Gerät Flüssigkeit ohne Rücksicht auf den gespeicherten Wert aufnimmt.

Die Drehgeschwindigkeit des Motors kann jederzeit eingestellt werden unabhängig von anderen Betriebsfunktionen lediglich durch Einstellen am Potentiometer 27, um die gewünschte Drehzahl zu erhalten.

Die bevorzugte Ausführungsform der hier offenbarten Erfindung ersetzt Speicherpipetten, die die jeweilige Flüssigkeitsverdrängung messen, durch eine neue Kombination einer Schlauchpumpe und eines optischen Sensors zur indirekten Messung der Fluidverdrängung durch den Motor und die Winkelverstellung der Pumpe. Diese Schlauchpumpe verdrängt außerdem Luft, was positiven oder negativen Druck hervorruft, der die Flüssigkeit verdrängt. In diesem Gerät ist die Genauigkeit besser als 1% für Volumina für 0,1 bis 25 ml. Wenn bei diesem Gerät keine Kontaminierung auftritt, müssen nur die flexiblen Schläuche 55, 52 und/oder 58 ersetzt werden.

Änderungen an dieser Ausführungsform sind leicht möglich. So kann der Motor von äußeren Quellen versorgt werden, oder man kann das Gerät als Durchflußpumpe einsetzen. Im Speicherpipettenbetrieb muß eine Kalibrierung typischerweise nur zu Anfang jeder Sitzung ausgeführt werden, um Unterschieden in der zu verdrängenden Flüssigkeit und der Labor- oder Umgebungsatmosphäre Rechnung zu tragen.

Einige der speziellen Komponenten dieser bevorzugten Ausführungsform sind weiter unten erläutert, aber Ersatz mit äquivalenter Funktion ist augenscheinlich auswählbar. Das Gehäuse besteht aus ABS-Kunststoff vom Typ Cylolac T1000 der Firma General Electric, und die Teile sind durch Standardbefestigungseinrichtungen, wie Schrauben 86 und 88 nach Fig. 3 zusammengehalten. Der Motor ist ein Gleichstromgetriebemotor mit 3,2 V Betriebsspannung, 250 mA Betriebsstrom und 45 mNm Drehmoment, 1000 U/min, maximales Drehmoment 45 mNm bei 3,2 V Gleichstrom. Der Batteriepack hat eine Kapazität von 600 mAh und enthält drei Zellen der Type AA. Das Gerät kann offenkundig mit äußeren elektrischen Stromquellen betrieben werden. Dieses Gerät kann im kontinuierlichen Ansaug- oder Abgabestromungsbetrieb eingesetzt werden. Die Pumpenleitung 55 besteht aus Silikongummi Durometer 55 ± 5 Shore A, 3/32" Innendurchmesser und 1/32" Wanddicke. Die Einlaß- und Entlüftungsleitungen bestehen im wesentlichen aus demselben Schlauchmaterial.

Der Optokopplersensor ist eine Kombination LED und Reflektionsdetektorgruppe von Minneapolis Honeywell. Das hydrophobe Filter hat ein Polypropylengehäuse mit einer Tetrafluorethylenscheibe, 25 mm und Porengröße 0,2 µm. Der Mikrosteuerer ist ein Modell der Firma Motorola Semiconductor Corp. U1: Micro Controller IC, Teil Nr. MC68HC705 und U2: Quad Comparator der Firma National Semiconductor Corp., Teil Nr. LP339.

Nachfolgend wird eine Betriebsanleitung des erfindungsgemäßen Geräts gegeben.

Einschalten

Kurzzeitiges Drücken des Ansaugschalters (S1) oder Abgabeschalters (S2) schaltet das Gerät ein.

Pumpendrehzahlsteuerung

Ansaug- und Abgabegeschwindigkeit können durch das Potentiometer (27) jederzeit sowohl in der manuellen als auch in der Speicherbetriebsart eingestellt werden.

Manuelle Betriebsart

Setze Betriebsartenschalter (S3) auf Handstellung (untere Position). Ansaug-LED (LED1) und Abgabe-LED (LED2) sind ausgeschaltet. Drücke S1, um die Pipette zu laden, und drücke S2, um die Pipette zu entleeren.

Speicherbetriebsarten

Einstellung der Ansaugmenge

Bewege S3 in Handstellung und lade die Pipette durch Drücken von S2. Bewege S3 in Speichereinstellung (obere Position). LED1 und LED2 blinken abwechselnd. Drücke S1, um die gewünschte Menge in die Pipette zu laden. LED1 leuchtet weiter. Drücke S2, um die Flüssigkeitsmenge in der Pipette ggf. zu vermindern. Bewege S3 in die Speicherstellung (Mittenposition), um die gewählte Menge zu speichern. LED1 leuchtet weiter. Der voreingestellte Wert bleibt gleich, wenn Schalter S3 in die Handstellung bewegt und anschließend in die Speicherstellung zurückgeführt wird.

Einstellung der Abgabemenge

Bewege S3 in Handstellung und lade die Pipette durch Drücken von S1. Bewege S3 in die Speichereinstellung. LED1 und LED2 blinken abwechselnd. Drücke S2, um die gewünschte Menge aus der Pipette zu entleeren. LED2 leuchtet weiter. S1 kann dazu verwendet werden, die Flüssigkeitsmenge ggf. zu vergrößern. Bewege S3 in die Speicherposition, um die gewählte Menge zu speichern. LED1 leuchtet weiter. Der voreingestellte Wert bleibt gleich, selbst wenn S3 in die Handstellung bewegt und dann in die Speicherstellung rückgeführt wird.

Ansaugen durch Speicher

Stelle S3 in die Speicherstellung nach Ausführung des Ansaugeneinstellvorgangs. LED2 leuchtet weiter. Drücke und halte S1. Das Gerät saugt die voreingestellte Flüssigkeitsmenge in die Pipette und hält an. Verwende S2, um die Pipette zu entleeren.

Abgabe durch Speicher

Stelle S3 in die Speicherstellung nach der Ausführung der Abgabeeinstellung. LED2 leuchtet weiter. Verwende S1, um die Pipette zu laden. Drücke und halte S2. Das Gerät hält an, wenn die voreingestellte Menge von der Pipette abgegeben worden ist.

Wartebetrieb

Das Gerät tritt in diese Betriebsart ein, wenn es über 15 min. nicht benutzt worden ist. Alle Verbraucher werden ausgeschaltet, einschließlich LED3. Das Gerät wird reaktiviert, wenn S1 und S2 kurz gedrückt werden.

Batterieladezustand

Die Batterieanzeige (LED3) leuchtet, wenn die Batteriespannung unter 3,1 V fällt. Das Gerät muß baldmöglichst geladen werden. Das Gerät arbeitet unzuverlässig, wenn die Batteriespannung unter 3,0 V fällt.

Patentansprüche

1. Automatisches Hand-Pipettiergerät, das mit jeder Standard-Glas- oder -Kunststoffpipette verwendbar ist zum Ansaugen und/oder Abgeben einer vorbestimmten Flüssigkeitsmenge, enthaltend:

- a) ein Gehäuse mit einem Handgriff und einem Pipettenadapter zum Halten einer Pipette,
- b) einen Elektromotor, der vom Gehäuse gehalten wird,
- c) eine Schlauchpumpe, die vom Gehäuse gehalten und von dem Motor betrieben ist,
- d) eine Leitungseinrichtung, die die Pumpe mit der Pipette verbindet, wenn eine solche mit dem Pipettenadapter gekuppelt ist, und
- e) eine Steuereinrichtung zum Aktivieren des Motors und der Pumpe.

2. Gerät nach Anspruch 1, bei dem die Schlauchpumpe einen flexiblen und nachgiebigen Schlauch enthält, der zyklisch längs axial aufeinanderfolgenden Stellen zusammengedrückt wird, wodurch der Schlauch in seinem Innenraum eine Luftsäule verdrängt, um entweder negativen oder positiven Druck auf die in der Pipette enthaltene Flüssigkeit

auszuüben.

3. Gerät nach Anspruch 1, weiterhin enthaltend eine Einrichtung, die mit der Pumpe oder dem Motor verbunden ist, zum Bestimmen der anfänglich angesaugten oder abgegebenen Flüssigkeitsmenge. 5
4. Gerät nach Anspruch 3, weiterhin enthaltend eine Einrichtung zum Speichern eines Wertes, der für die genannte bestimmte Flüssigkeitsmenge repräsentativ ist.
5. Gerät nach Anspruch 4, weiterhin enthaltend eine Einrichtung zum Abrufen dieses Wertes und eine Einrichtung zum Steuern des Motors, um die Pumpe zu betreiben und eine Ansaugung oder Abgabe von Flüssigkeit eines demselben Wert entsprechenden Volumens zu verursachen. 15
6. Gerät nach Anspruch 3, bei dem die Einrichtung zum Bestimmen der Flüssigkeitsmenge eine bewegliche Einrichtung enthält, die der Pumpe zugeordnet ist und deren Bewegungsausmaß für die anfänglich angesaugte oder abgegebene Flüssigkeitsmenge repräsentativ ist, und eine Einrichtung zum Ermitteln des Bewegungsausmaßes. 20
7. Automatisches Hand-Pipettiergerät, das mit jeder Standard-Glas- oder -Kunststoffpipette betriebsfähig ist zum Ansaugen und/oder Abgeben einer vorbestimmten Flüssigkeitsmenge enthaltend: 25
 - a) ein Gehäuse mit einem Handgriff und einem Pipettenadapter zum Halten einer Pipette,
 - b) einen Elektromotor, der von dem Gehäuse gehalten wird, 30
 - c) eine peristaltische Pumpe, die von dem Gehäuse gehalten und von dem Motor angetrieben ist und ein drehbares Element aufweist, dessen Drehung für die von der Pumpe indirekt gepumpte Flüssigkeitsmenge repräsentativ ist, 35
 - d) eine Leitungseinrichtung, die die Pumpe mit dem Pipettenadapter verbindet,
 - e) eine Steuereinrichtung zum Aktivieren des Motors und der Pumpe, 40
 - f) eine mit dem drehbaren Element gekuppelte Einrichtung zum Ermitteln des Drehumfangs, wenn der Motor aktiviert wird, um eine vorbestimmte Flüssigkeitsmenge anzusaugen, und zum Umwandeln desselben in ein elektrisches Signal, 45
 - g) eine Einrichtung zum Speichern des elektrischen Signals, und
 - h) eine Einrichtung zum Wiederfinden des gespeicherten elektrischen Signals und zum Verwenden desselben zur Aktivierung des Motors, um eine übereinstimmende Flüssigkeitsmenge anzusaugen oder abzugeben. 50
8. Gerät nach Anspruch 7, bei dem das gespeicherte elektrische Signal ein digitales Signal ist. 55
9. Gerät nach Anspruch 7, bei dem die Drehermittlungseinrichtung eine optische Einrichtung ist.
10. Gerät nach Anspruch 7, bei dem die Steuereinrichtung das Gerät im Speicherbetrieb einschließt, um wiederholt die gleiche Flüssigkeitsmenge anzusaugen oder abzugeben, oder das Gerät im Handbetrieb umfaßt. 60
11. Gerät nach Anspruch 10, weiterhin enthaltend eine Zeitgebereinrichtung zum Steuern der Motorbetriebszeit während der Ansaugung oder Abgabe eines gegebenen Flüssigkeitsvolumens, wenn sich das Gerät im Handbetrieb befindet. 65

12. Gerät nach Anspruch 11, weiterhin enthaltend eine Einrichtung zum Anzeigen, ob sich das Gerät in der automatischen oder in der Handbetriebsart befindet.

13. Gerät nach Anspruch 1, bei dem die Pumpe ein Rotorelement aufweist, das freiliegende optische Abtastmarkierungen darauf aufweist, und bei dem die Drehung des Rotors der Menge der von der Pumpe bewegten Flüssigkeit direkt entspricht, wobei das Gerät weiterhin eine Sensoreinrichtung zum Ermitteln der Rotation des Rotors umfaßt, um die Menge der gepumpten Flüssigkeit zu ermitteln, und eine Schaltungseinrichtung zum Zuleiten des Wertes der gemessenen Menge in die Speichereinrichtung. 70

14. Gerät nach Anspruch 3, bei dem der Rotor aufeinanderfolgende schwarze und weiße Markierungen aufweist, die in Umfangsrichtung darauf verteilt angeordnet sind, und die Sensoreinrichtung eine Leuchtdiode und einen Fototransistor enthält.

15. Gerät nach Anspruch 1, weiterhin enthaltend eine Wiederaufladbare Batterieeinrichtung, die von dem Gehäuse gehalten ist, um den Motor elektrische Energie zuzuführen.

16. Gerät nach Anspruch 1 zum Schalten des Gerätes zum Betrieb in der automatischen oder manuellen Betriebsart, wobei der automatische Betrieb die Verwendung der Speichereinrichtung einschließt, um die Ansaugung oder Abgabe der Flüssigkeit zu steuern und der Handbetrieb es dem Benutzer erlaubt, Ansaugung oder Abgabe zu beeinflussen.

17. Gerät nach Anspruch 1, bei dem die Steuereinrichtung weiter erste und zweite fingerbetätigte Schalter an dem Griff umfaßt, wobei der erste Schalter dafür bestimmt ist, die Pumpe in Saugbetrieb zu bringen, und der zweite Schalter dazu bestimmt ist, die Pumpwirkung umzukehren, um eine positive Druckkraft hervorzubringen.

18. Gerät nach Anspruch 1, weiterhin enthaltend ein austauschbares und hydrophobes Filter im Pipettenadapter zur Verwendung benachbart der Mündung einer daran befestigten Pipette.

19. Gerät nach Anspruch 1, bei dem der Pipettenadapter eine elastische Manschette enthält, in die die Mündung einer Pipette axial einführbar und lösbar darin befestigbar ist.

20. Gerät nach Anspruch 1, bei dem die Pumpe einen Rotor mit vier in Umfangsrichtung verteilten Wälzkörpern, einen um die Wälzkörper geschlungenen flexiblen Schlauch und eine Verbindungsleitung zum Verbinden eines Endes des Schlauches mit der Pipette aufweist.

21. Gerät nach Anspruch 10, bei dem die Pumpe weiterhin eine Entlüftungsleitung aufweist, die die Pumpe mit der Atmosphäre verbindet.

22. Automatisches Handpipettiergerät mit einem Anschluß, der mit jeder Standard- oder -kunststoffpipette betriebsfähig ist, um eine Flüssigkeit anzusaugen und/oder abzugeben, enthaltend:

- einen Elektromotor,
- eine peristaltische Pumpe, die so angeschlossen ist, daß sie von der Welle des Elektromotors betrieben wird,
- eine Leitungseinrichtung, die die Pumpe mit dem Anschluß verbindet, und
- eine Steuereinrichtung, die zur Steuerung des Motors und dadurch der peristaltischen Pumpe dient.

wobei die Steuereinrichtung eine Einrichtung zum Speichern eines Wertes enthält, der einer vorbestimmten Winkelverstellung der Motorwelle entspricht, sowie eine Einrichtung, die auf den gespeicherten Wert anspricht, um den Motor so zu steuern, daß die Welle um die vorbestimmte Winkelverstellung dreht. 5

23. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 22, weiterhin enthaltend ein hydrophobes Filter in der Verbindungseinrichtung zum Sperren einer Flüssigkeitsdurchströmung. 10

24. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 22, bei dem die Steuereinrichtung erste und zweite Schalter umfaßt, die zur Steuerung des Motors in unterschiedlichen Drehrichtungen der Motorwelle angeschlossen sind, und daß die Speichereinrichtung eine Einrichtung umfaßt, die auf die Betätigung der ersten und zweiten Schalter anspricht, um einen Wert zu speichern, der einer kumulativen Winkelverstellung der Welle entspricht. 20

25. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 24, bei dem die Steuereinrichtung weiterhin umfaßt: einen Mikrosteuerer mit einer Wartebetriebsart, bei der der Stromverbrauch der Steuereinrichtung minimiert ist, und einer Bereitschaftsbetriebsart, in der die Steuereinrichtung betriebsfähig ist, enthaltend Einrichtungen, die auf eine lang andauernde Nichtbetätigung der ersten und zweiten Schalter anspricht, um den Mikrosteuerer in die Wartebetriebsart zu versetzen, und Einrichtungen, die auf die Betätigung der beiden ersten und zweiten Schalter anspricht, um den Mikrosteuerer in die Bereitschaftsbetriebsart zu versetzen. 30

26. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 22, weiterhin enthaltend eine Einrichtung zum Erzeugen von Impulsen, von denen jeder einer zweiten vorbestimmten Winkelverstellung der Welle entspricht und wobei die Einrichtung zum Speichern eines Wertes eine Einrichtung zum Speichern eines Zählwertes enthält, der der Anzahl der Impulse entspricht. 40

27. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 22, weiterhin enthaltend eine Einrichtung zum Einstellen der Drehgeschwindigkeit des Motors unabhängig von der Steuereinrichtung. 45

28. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 22, bei dem die Einrichtung zum Speichern eines Wertes eine Einrichtung zum Bereitstellen eines Zählwertes entsprechend einer kumulativen Winkelverstellung der Welle während erster und zweiter entgegengesetzter Drehrichtungen der Welle enthält, wobei der Wert der Zählwert ist. 50

29. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 28, bei dem die Einrichtung zum Bereitstellen eines Zählwertes eine Einrichtung zum optischen Ermitteln von Winkelverstellungen der Welle umfaßt. 55

30. Automatisches Handpipettiergerät nach Anspruch 29, bei der die Einrichtung zum Steuern des Motors eine Einrichtung zum Zuführen einer Vielzahl von Impulsen zu dem Motor entsprechend dem gespeicherten Zählstand enthält. 60

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

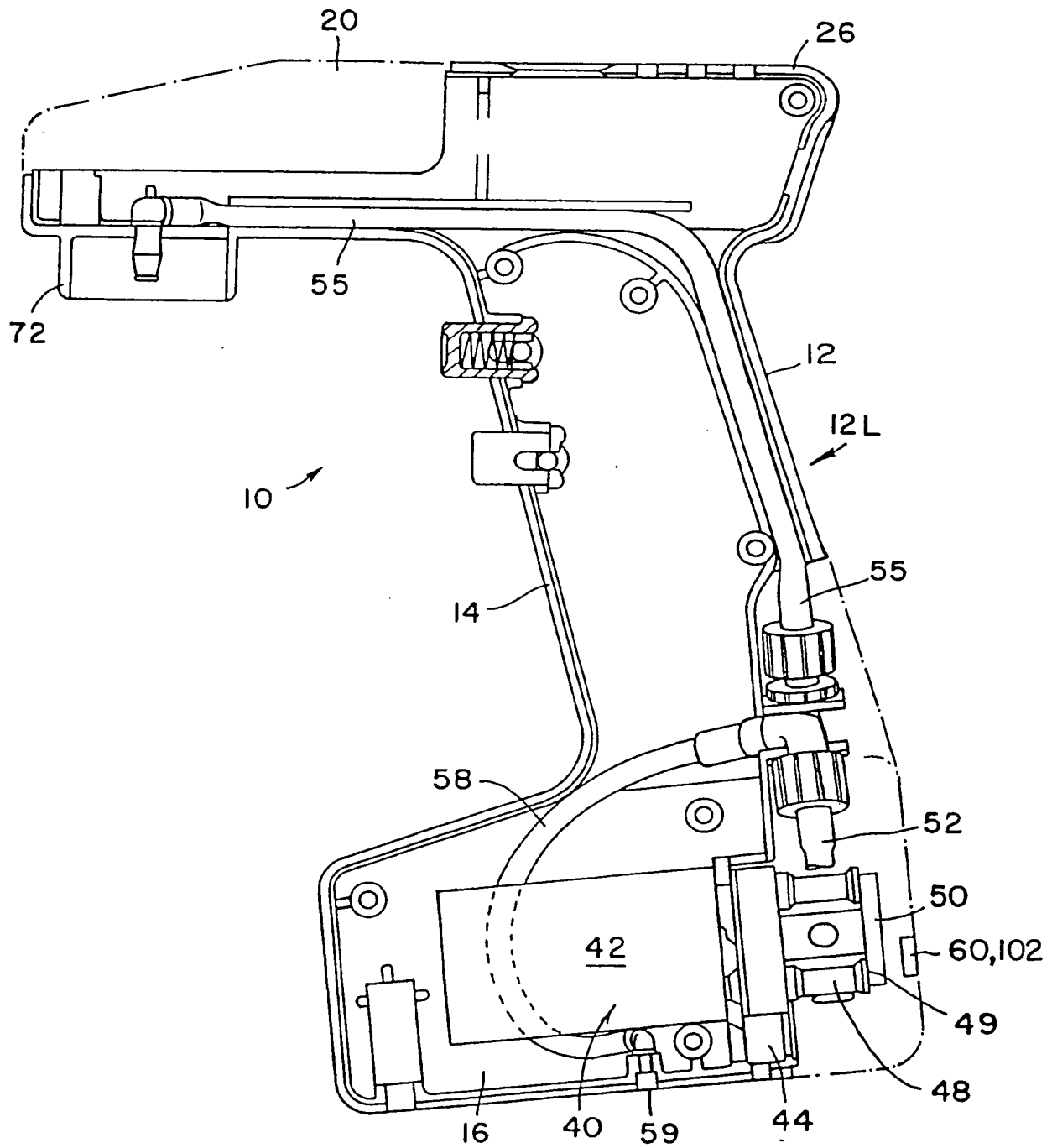


FIG. 2

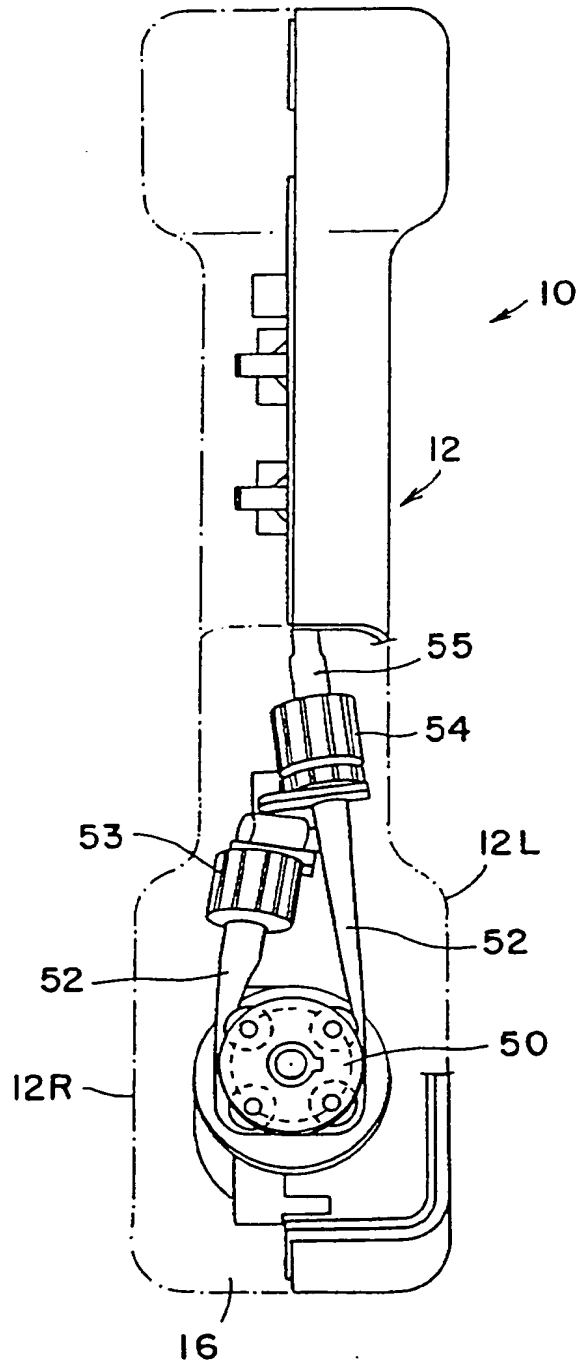


FIG. 3

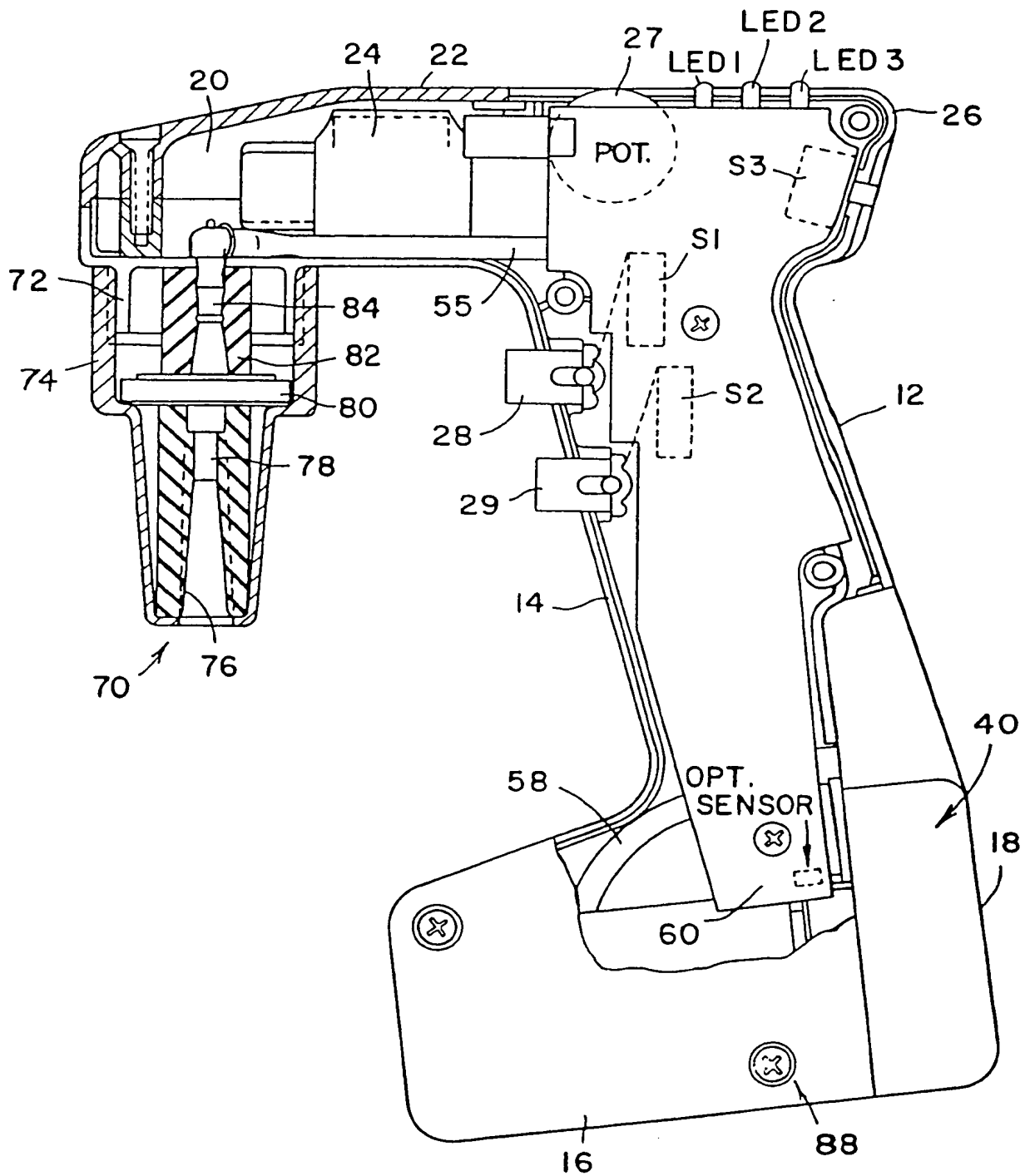


FIG. 4

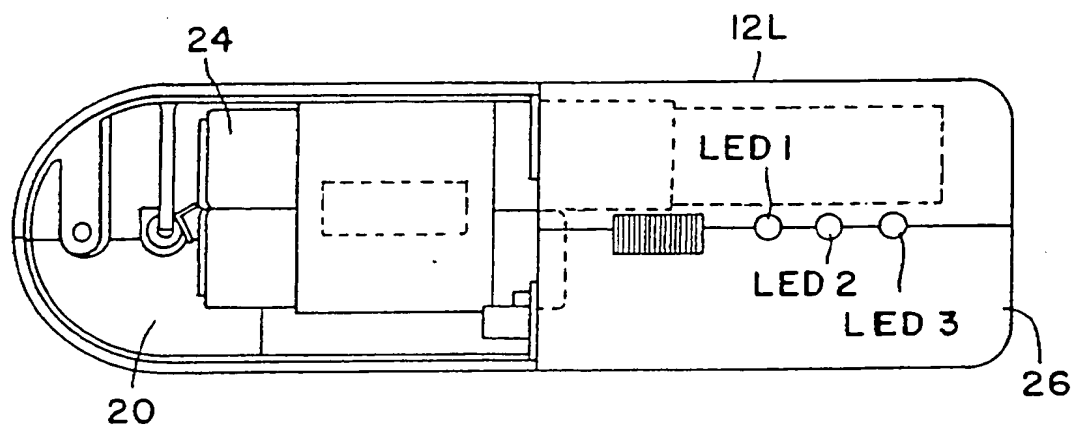


FIG. 5

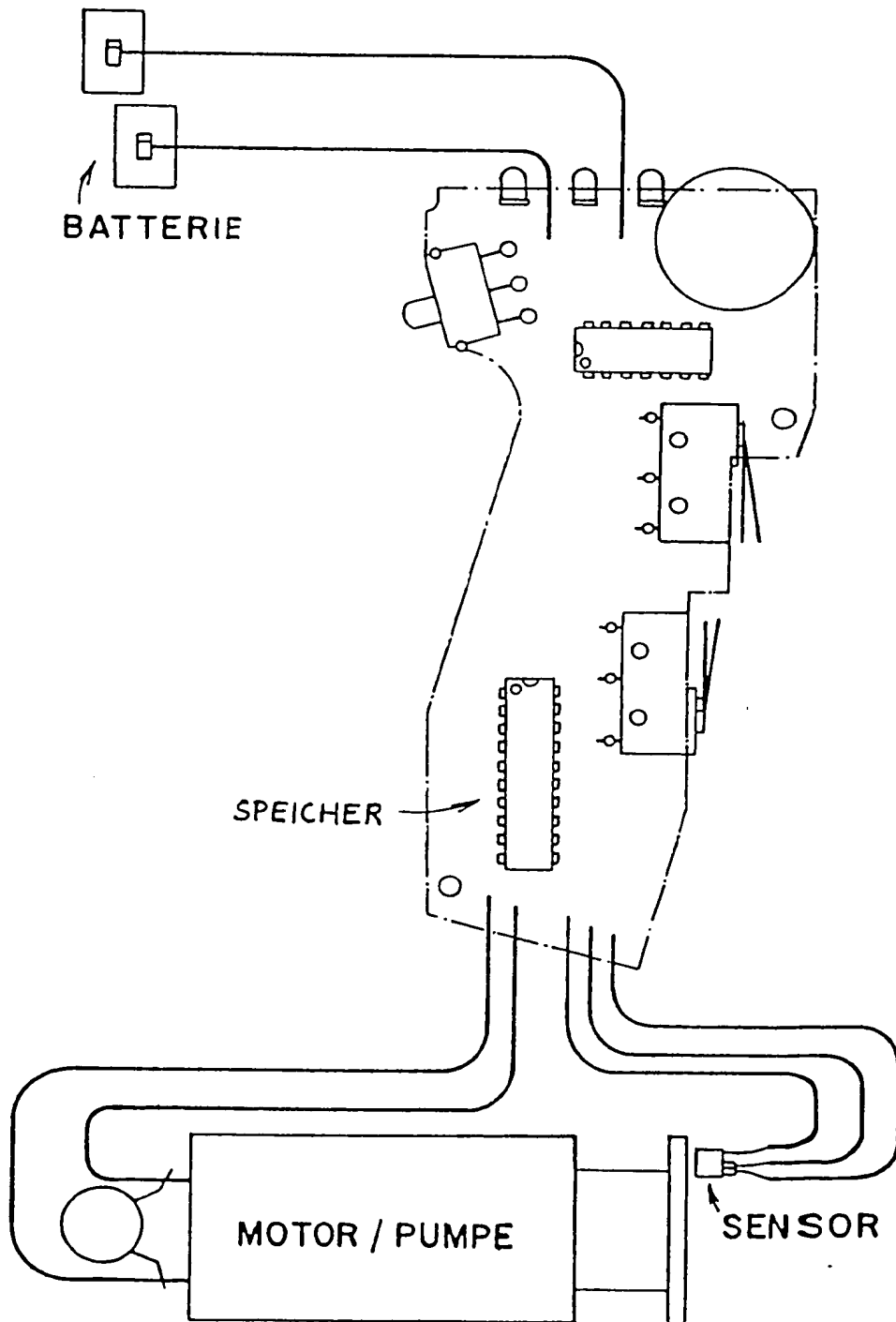


FIG. 6

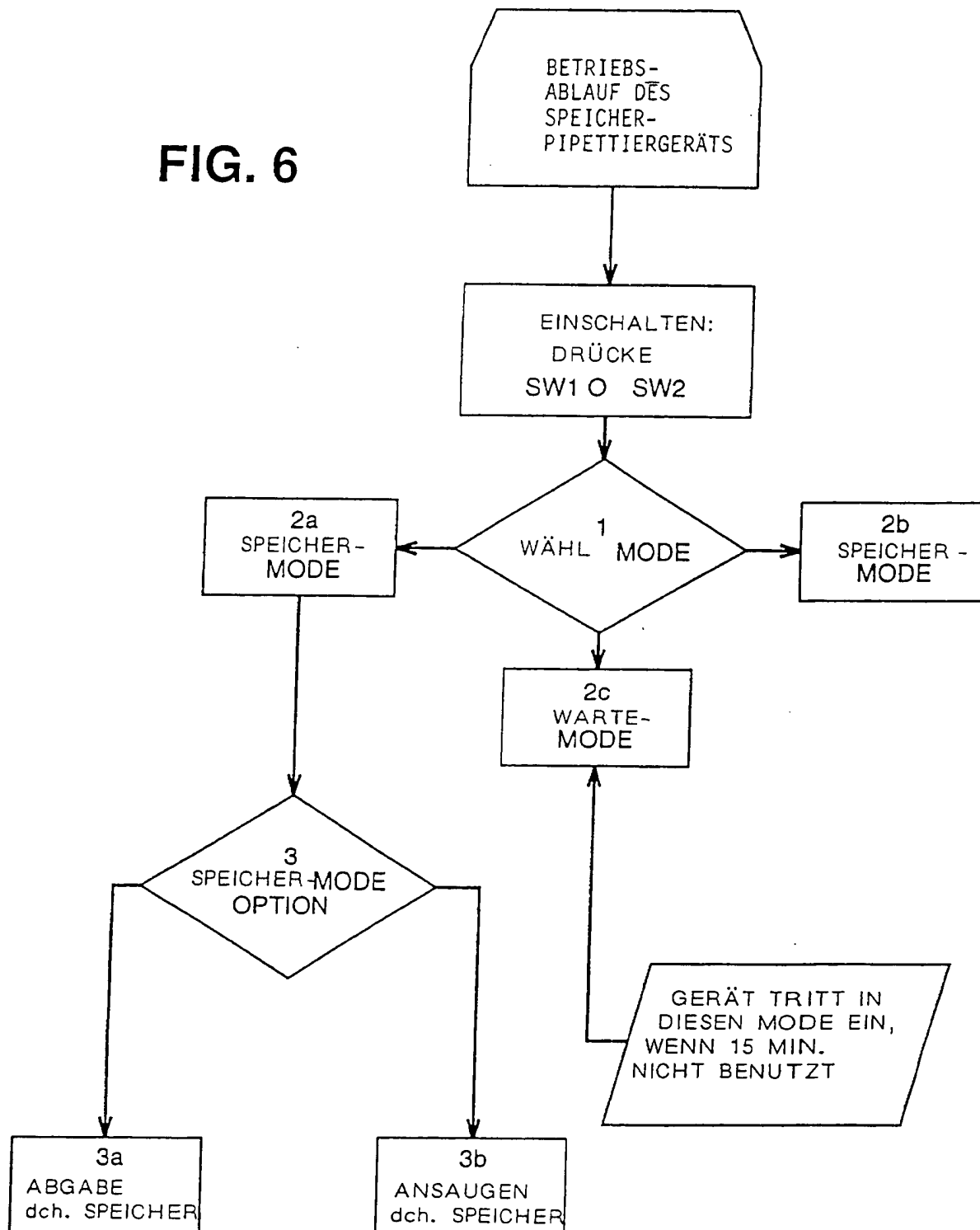


FIG. 8

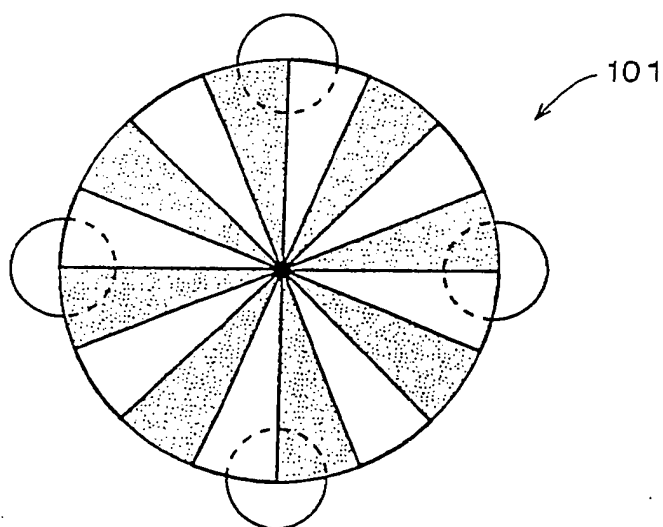
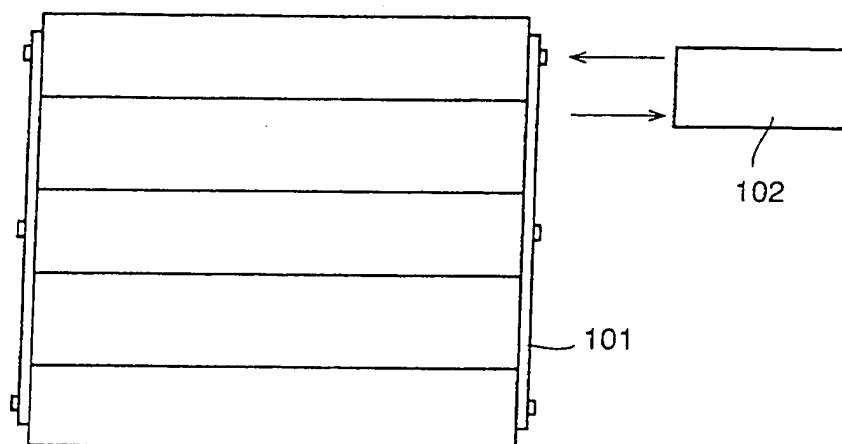


FIG. 9